2А

УДК 004.81:159.953.5

Г.А. Атанов, А.И. Савин
Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, Украина

Технология составления задачника по учебному курсу на основе моделирования обучаемого

В статье рассмотрена технология составления задачника по учебному курсу «Теория множеств» на основе семантической, операционной и процедурной моделей обучаемого.

Поставленные перед высшим образованием задачи его модернизации можно решить только в рамках деятельностного подхода к обучению [1], [2]. Деятельностный подход делает упор не на запоминание знаний, а на их применение. Отсюда следует, что преподаватель должен организовать учебную деятельность студентов по применению знаний. Механизмом осуществления любой деятельности является решение задач. В частности, механизмом осуществления учебной деятельности является решение учебных задач.

Таким образом, одной из центральных категорий обучения является задача. В то же время общепринятой методики разработки учебных задач нет. Нет и научно обоснованного критерия качества задач и задачников. Очень часто качество задачника оценивают по количеству задач в нём.

В работах [1], [2] указан подход к разработке учебных задач, основанный на методах искусственного интеллекта.

Целью настоящей работы является применение методов искусственного интеллекта к разработке задач по разделу высшей математики «Теория множеств».

В основе указанного выше подхода лежит моделирование обучаемого [3]. В самом широком смысле под *моделью обучаемого* понимают знания об обучаемом, используемые для организации учебного процесса. Это – множество точно представленных фактов об обучаемом, которые описывают различные стороны его состояния: знания, личностные характеристики, профессиональные качества и др.

Знания о том, каким должен быть обучаемый в результате обучения, то есть требования к его конечному состоянию как по отдельным учебным предметам, так и в целом как к специалисту, называют нормативной моделью обучаемого [2]. Конечной целью обучения является достижение такого положения, когда текущая модель обучаемого при выпуске совпадает с его нормативной моделью. Нормативная модель обучаемого по отношению к отдельному учебному предмету называется *предметной моделью обучаемого.*

Предметная модель обучаемого состоит из пяти частей: *тематической, семантической, процедурной, операционной и функциональной.*

В соответствии с общепринятой в инженерии знаний классификацией предметные знания подразделяются на декларативные и процедурные [2], [3]. Декларативные знания определяют содержательную, или семантическую, часть предметных знаний и порождают *семантическую предметную модель* обучаемого. Предметные знания,

составляющие семантическую модель, представляются в виде отдельных высказываний, сформулированных одной фразой или предложением. При этом весь материал раскладывается на своего рода логические единицы, которые называются семантическими фактами. Семантический факт – это всегда законченная и единственная мысль. Полный набор семантических фактов, расположенных в порядке изучения материала, и есть семантическая модель обучаемого. Он получил название *семантического конспекта.* Все высказывания семантического конспекта пронумерованы и составляют своеобразный логический скелет курса.

Приведем фрагмент семантического конспекта по теории множеств [4].

1. Основные понятия.

1.1. *Множество* – это совокупность каких-либо объектов, объединенных общим признаком.

1.2. Объекты, образующие множество, называются *элементами множества.*

1.3. Множества обозначают большими буквами латинского алфавита.

1.4. Элементы множества обозначают малыми буквами латинского алфавита.

1.5. *Конечным множеством* называется множество, состоящее из конечного числа элементов.

1.6. *Бесконечным множеством* называется множество, состоящее из бесконечного числа элементов.

1.7. *Пустым множеством* называется множество, не содержащее элементов.

1.8. Пустое множество обозначается символом $\varnothing$.

1.9. Чтобы задать множество, в фигурных скобках указывают обозначение элементов и признак, по которому они объединяются.

1.10. Множество A, состоящее из элементов a, объединённых признаком P, в символической форме имеет вид: $A = \{ a : \text{признак } P \}$.

Процедурные знания описывают порядок и характер преобразования объектов. К ним относятся правила, методики, алгоритмы, техники, рецепты, инструкции, стратегии принятия решений. Эти знания составляют *процедурную предметную модель* обучаемого.

Приведём пример алгоритма по теории множеств.

А.1. Алгоритм нахождения пересечения двух конечных множеств A и B.

1. Найти элементы множества A.
2. Найти элементы множества B.
3. Выделить те элементы, которые принадлежат множеству A и множеству B :
   - первый элемент множества A сравнить со всеми элементами множества B;
   - второй элемент множества A сравнить со всеми элементами множества B;

   …
   - последний элемент множества A сравнить со всеми элементами множества B.
4. Задать множество $A \cap B$, записав в фигурных скобках выделенные элементы:

$$A \cap B = \{a_1, a_2, ..., a_n\}.$$

Предметная модель обучаемого включает в себя поведенческие знания, или умения, которые должны быть сформированы в процессе обучения. Перечень этих умений составляет *операционную предметную модель* обучаемого.

Приведём фрагмент операционной предметной модели по теории множеств [5].

1. Находить элементы множества.
2. Обозначать множества.

3. Обозначать элементы множества.
4. Отличать конечные множества от других множеств.
5. Отличать бесконечные множества от других множеств.
6. Отличать пустое множество от других множеств.
7. Задавать множество.
8. Задавать конечные множества перечислением элементов.
9. Находить объединение множеств.
10. Находить пересечение множеств.

Предметная модель также должна дать представление, о чём знания. Это обычно делается перечислением тем, тематически. Перечень тем, подлежащих изучению, называется *тематической предметной моделью* обучаемого.

Функциональная предметная модель показывает, какую роль играют те или иные предметные знания. Роль знаний, их функции зависят от конкретного предмета.

Как указывалось выше, центральной категорией обучения является задача. Каждая задача имеет свой набор умений, с помощью которых она должна быть решена. Этот набор называется спектром умений задачи, а количество умений в задаче – его шириной. Если ширина одной задачи недостаточна, например, для контроля темы, то необходима система задач. В этом случае можно говорить о спектре этой системы, который составляет сумма спектров задач, входящих в систему.

Для того, чтобы сформировать умения, нужны определённые знания. Именно знания показывают, что нужно делать (декларативные знания) и как нужно делать (процедурные знания). Поэтому каждая задача также имеет спектр знаний, то есть набор тех знаний, которые используются при решении задачи.

Таким образом, каждая задача имеет свои спектр умений и спектр знаний. Спектр знаний состоит из декларативных и процедурных знаний (рис. 1).

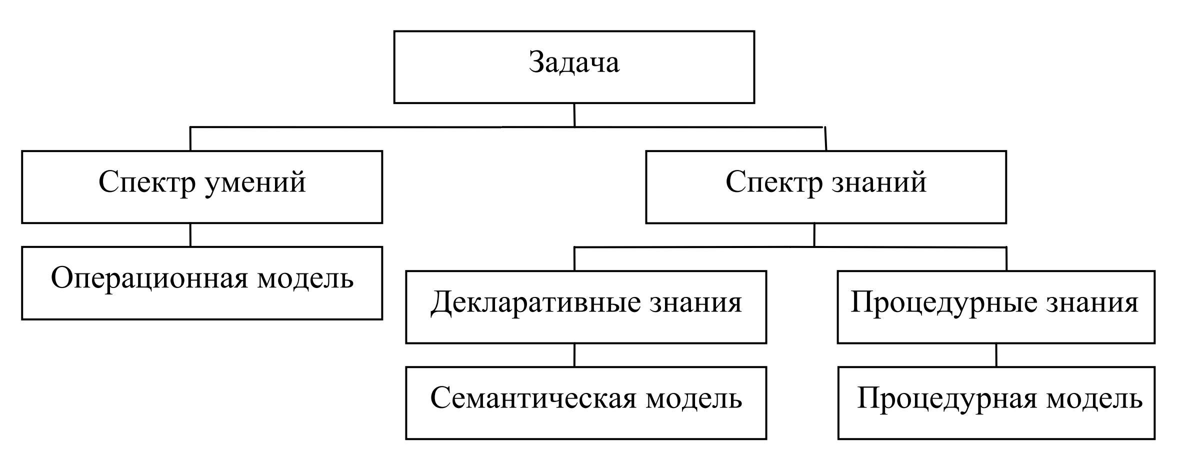


Рисунок 1 – Спектры задачи

Спектр знаний задачи задаётся семантической и процедурной предметными моделями обучаемого. Семантическая предметная модель задаёт декларативные знания, процедурная модель – процедурные знания. Поскольку в семантическом конспекте знания представлены в виде отдельных элементарных высказываний, то оказывается возможным указать только те декларативные знания, которые нужны при решении данной задачи.

В качестве примера рассмотрим следующую задачу.
Найти пересечение множеств $A = \{x : x^2 - 3x + 2 = 0\}$ и $B = \{x : x^2 - 5x + 4 = 0\}$.

Спектром процедурных знаний данной задачи является приведенный выше алгоритм А.1.(Алгоритм нахождения пересечения двух конечных множеств A и B.) Спектром декларативных знаний данной задачи являются следующие семантические факты:
1.10. Множество A, состоящее из элементов a, объединённых признаком P, в символической форме имеет вид: $A = \{ a$: признак $P \}$.
1.11. Конечное множество может быть задано перечислением его элементов в фигурных скобках: $A = \{a_1, a_2, ..., a_n\}$.

Пересечением двух множеств называется множество, состоящее из всех элементов, принадлежащих каждому из данных множеств.

Спектр умений задачи задаётся операционной предметной моделью. В зависимости от ширины спектра выделяют задачи, спектр умений которых состоит из одного, двух или более умений.

Рассмотрим задачи, спектр умений которых состоит из одного предметного умения. Приведём примеры таких задач (в скобках указан спектр умений задачи).
Задача 1. Укажите конечные множества среди следующих множеств:
а) множества целых трёхзначных чисел;
б) множества высших учебных заведений Украины.
(*Отличать конечные множества от других множеств*.)
Задача 2. Укажите бесконечные множества среди следующих множеств:
а) множества чётных чисел;
б) множества точек прямой.
(*Отличать бесконечные множества от других множеств*.)
Задача 3. Задайте перечислением элементов следующие множества:
а) A – множество гласных букв русского алфавита;
б) B – множество простых двузначных чисел.
(*Задавать конечные множества перечислением элементов*.)

В качестве примера задачи, спектр умений которой состоит из двух предметных умений, приведём следующую задачу.
Задача. Даны множества $A = \{2,3,5,7,8,9\}$, $B = \{5,6,8,9\}$ и $C = \{1,2,3,5,6,7\}$. Для данных множеств проверить выполнение дистрибутивного свойства пересечения множества A с объединением множеств B и C:

$$A \cap (B \cup C) = (A \cap B) \cup (A \cap C).$$

(*Находить объединение множеств, находить пересечение множеств*.)

Задачи, спектр которых состоит из одного предметного умения, применяются для диагностики. В широком смысле диагностикой называется процесс поиска неисправности в системе. Диагностика проводится с целью управления учебным процессом, его коррекции, а для этого необходимо выявлять ошибки, недочёты, которые допускают обучаемые в процессе изучения курса. Задачей диагностики является установление не того, что обучаемый знает/умеет, а того, что именно он не знает/не умеет. Применяя задачи, спектр умений которых состоит из одного предметного умения, оказывается возможным каждому элементу знаний и умению предметной модели обучаемого поставить в соответствие показатель, принимающий значение «знает/не знает» или «умеет/не умеет». Таким образом, оказывается возможным установить, насколько знания и умения обучаемого соответствуют знаниям и умениям предметной модели.

Совокупный спектр системы задач (задачника) должен покрывать спектр всех умений темы. Так как каждой задаче поставлен в соответствие спектр умений, оказывается возможным выявить, сколько раз то или иное предметное умение реализовывается при решении данной системы задач. Поэтому оказывается возможным подобрать задачи так, чтобы реализовывались все умения операционной модели, причём различные умения реализовывались одинаковое число раз.

Спектр задачи позволяет разделить задачи задачника по уровням сложности в зависимости от ширины спектра умений или ширины спектра знаний данной задачи.

Литература

1. Атанов Г.О. Знання як засіб навчання. – К.: Кондор, 2007.
2. Атанов Г.О. Теорія діяльнісного навчання. – К.: Кондор, 2007.
3. Атанов Г.А., Пустынникова И.Н. Обучение и искусственный интеллект, или основы современной дидактики высшей школы. – Донецк: Изд-во ДОУ, 2002.
4. Евсеева Е.Г., Савин А.И. Семантический конспект по теории множеств // Дидактика математики: проблеми і дослідження: Міжнародний збірник наукових робіт. – Вип. 27. – Донецьк: ДонНУ, 2007.
5. Атанов Г.А., Савин А.И. Операционная предметная модель студента технического университета по теории множеств // Искусственный интеллект. – 2007. – № 3. – С. 455-460.

Г.О. Атанов, О.І. Савін
Технологія складання задачника по учбовому курсу на основі моделювання навчаємого
У статті розглянута технологія складання задачника по учбовому курсу «Теорія множин» на основі семантичної, операційної та процедурної моделей навчаємого.

G. Atanov, A. Savin
The Technology of Construction Educational Book of Problems on Base of Subject Model
The technology of construction educational book of problems on “Theory of sets” on base of semantic, operating and procedure subject models is considered.

Статья поступила в редакцию 13.12.2007.